

PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁴ :	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 89/00714
G02F 3/00		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Januar 1989 (26.01.89)

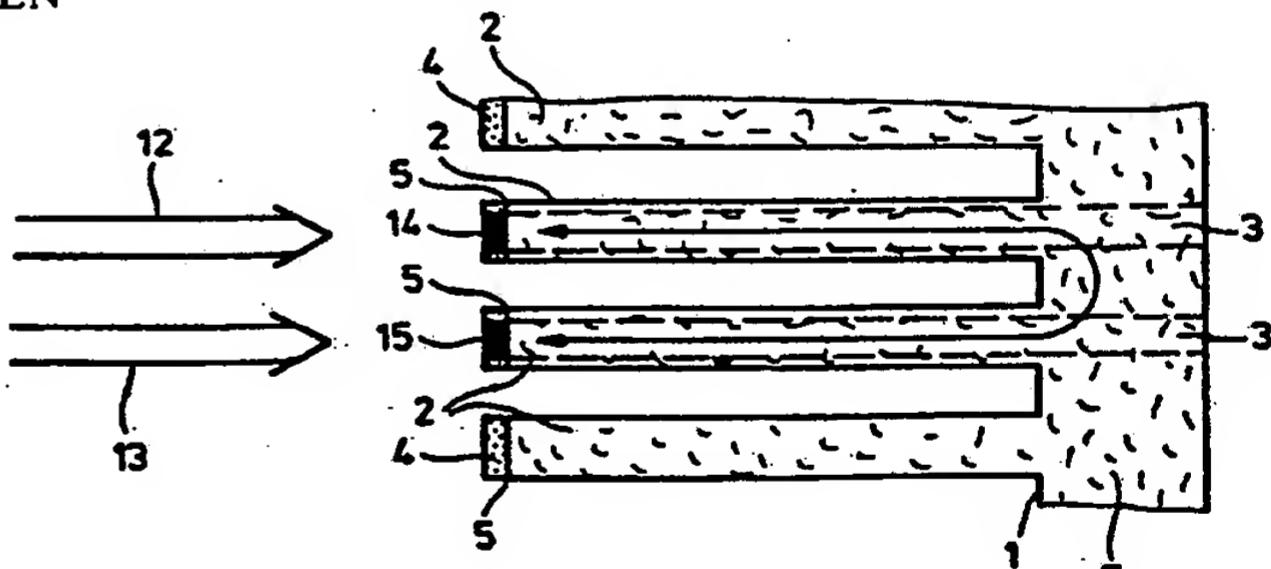
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE88/00417	(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.
(22) Internationales Anmeldedatum:	7. Juli 1988 (07.07.88)	
(31) Prioritätsaktenzeichen:	P 37 22 881.1	
(32) Prioritätsdatum:	10. Juli 1987 (10.07.87)	
(33) Prioritätsland:	DE	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH [DE/DE]; Weberstr. 5, D-7500 Karlsruhe (DE).		
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MIKOSCH, Falk [DE/DE]; Kinzigstrasse 9, D-7523 Graben-Neudorf (DE). SMITH, Stanley, Desmond [GB/GB]; Riccarton, Edinburgh EH14 4AS (GB).		
(74) Gemeinsamer Vertreter: KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH; Weberstrasse 5, D-7500 Karlsruhe (DE).		

(54) Title: SWITCH MATRIX WITH NON-LINEAR OPTICAL ELEMENTS AND PROCESS FOR MANUFACTURING IT

(54) Bezeichnung: SCHALTERMATRIX MIT OPTISCH NICHTLINEAREN ELEMENTEN UND VERFAHREN
ZUR HERSTELLUNG DERSELBEN

(57) Abstract

A switch matrix comprises non-linear optical (e.g. bistable) elements each consisting of an optically active layer applied to a substrate (7). The surface of the substrate has a microstructure composed of pillars (2) each of which functions as a switch element and has at least one optically active layer (4). The pillar structure prevents interaction due to thermal contact and diffusion of charge carriers across the optically active layer and the substrate. The lithographic-galvanic (LIGA) process described is suited to the mass production of these structured substrates by moulding plastics. Both transparent and opaque substrates with high aspect ratios and adequate stability can be advantageously manufactured in this way.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Schaltermatrix mit optisch nichtlinearen, z.B. bistabilen Elementen, von denen jedes aus einer auf einem Substrat (7) aufgebrachten optisch aktiven Schicht besteht und ein Verfahren zu deren Herstellung. Die Substratoberfläche weist eine aus Säulen (2) bestehende Mikrostruktur auf, bei der jede als Schaltelement vorgesehene Säule mit mindestens einer optisch aktiven Schicht (4) ausgestattet ist. Durch die Säulenstruktur wird die Wechselwirkung durch thermischen Kontakt und Diffusion von Ladungsträgern durch die optisch aktive Schicht und durch das Substrat weitgehend unterbunden. Das angegebene LIGA-Verfahren erlaubt für eine preiswerte Massenproduktion solcher strukturierten Substrate durch die Abformung mit Kunststoffen. Damit können in vorteilhafter Weise sowohl transparente als auch nicht transparente Substrate mit hohen Aspektverhältnissen bei genügender Stabilität hergestellt werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT Österreich
AU Australien
BB Barbados
BE Belgien
BG Bulgarien
BJ Benin
BR Brasilien
CF Zentrale Afrikanische Republik
CG Kongo
CH Schweiz
CM Kamerun
DE Deutschland, Bundesrepublik
DK Dänemark
FI Finnland

FR Frankreich
GA Gabun
GB Vereinigtes Königreich
HU Ungarn
IT Italien
JP Japan
KP Demokratische Volksrepublik Korea
KR Republik Korea
LI Liechtenstein
LK Sri Lanka
LU Luxemburg
MC Monaco
MG Madagaskar
ML Mali

MR Mauritanien
MW Malawi
NL Niederlande
NO Norwegen
RO Rumänien
SD Sudan
SE Schweden
SN Senegal
SU Soviet Union
TD Tschad
TG Togo
US Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

Schaltermatrix mit optisch nichtlinearen Elementen und Verfahren zur Herstellung derselben

Die Erfindung betrifft eine Schaltermatrix nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und zwei Verfahren zur Herstellung derselben.

Optisch nichtlineare Elemente können als Schalter für Licht arbeiten. Vereinfacht lässt sich dieser Vorgang folgendermaßen beschreiben:

Wird die Leistung eines Laserstrahls, der ein solches Element bestrahlt, über einen bestimmten Schwellwert erhöht, so ergibt sich ein sprunghafter Anstieg des transmittierten und eine sprunghafte Abnahme des reflektierten Lichtes. Dieser Effekt ermöglicht es, solche optisch nichtlinearen Bauelemente als Schaltelemente für eine digitale optische Datenverarbeitung zu verwenden. Für diesen Einsatz ist eine zweidimensionale Anordnung solcher Schalter besonders interessant, eine Schaltermatrix, bei der die einzelnen Schaltelemente lateraler Abmessungen in der Größenordnung von $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ besitzen und möglichst eng benachbart sind.

Eine solche Schaltermatrix ist aus "Optical Bistability III" Springer-Verlag ISBN 3-540-16512-6, Seiten 39 - 41, bekannt. Diese zweidimensionale Anordnung von Schaltelementen wurde mittels MBE (molecular beam epitaxy) realisiert. Auf einem plattenförmigen $0,2 \mu\text{m}$ dicken $\text{Al}_{0,4}\text{Ga}_{0,6}\text{As}$ -Substrat sind $9 \times 9 \mu\text{m}^2$ große und $1,5 \mu\text{m}$ dicke optisch aktive Schichten aus GaAs im gegenseitigen Abstand von $20 \mu\text{m}$ aufgebracht. Die Abstände zwischen den Elementen können wegen der gegenseitigen Beeinflussung nicht weiter verringert werden. Außerdem ist der Herstellungsprozeß aufwendig und teuer.

- 2 -

Es sind aber auch optisch nichtlineare Schaltelemente bekannt, die durch Abscheidung dünner Schichten auf einem Substrat hergestellt werden können, ohne daß ein epitaktisches Wachstum auf dem Substrat notwendig ist. Ein typisches Beispiel stellt das Material ZnSe dar, das auf einem Glas- oder Saphir-Substrat abgeschieden wird. Bisher ist nicht versucht worden, einzelne Flecken solcher Materialien auf dem Substrat räumlich voneinander zu trennen, sondern man hat verschiedene Flecken in der gleichen Schicht mit räumlich begrenzten Laserlichtbündeln parallel zueinander angesprochen. Die Definition einzelner Schaltelemente nach diesem Verfahren erfolgte also durch die räumliche Ausdehnung des Laserlichtes. Durch den thermischen Kontakt und durch die Diffusion von Ladungsträgern ist man gezwungen, Abstände der als Schaltelemente arbeitenden beleuchteten Flecken in der Größenordnung von Millimetern statt, wie gewünscht, in der Größenordnung von Mikrometern einzuhalten, um ein Übersprechen auf zulässige Werte zu beschränken. Diese Lösung ist unbefriedigend, weil wegen des notwendigen relativ großen Abstands der einzelnen Schaltelemente eine solche Schaltermatrix um Größenordnungen weniger Schaltelemente besitzen können als gewünscht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine optische Schaltermatrix mit sehr hoher Packungsdichte der Schaltelemente bei geringer gegenseitiger Beeinflussung (Übersprechen) und ein Verfahren zur Herstellung derselben bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mittels der im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebenen Merkmale und der im kennzeichnenden Teil der in Anspruch 3 und 4 angegebenen Verfahren gelöst.

Die übrigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsformen der Erfindung wieder.

- 3 -

Die erfindungsgemäße Säulenstruktur des Substrats mit einem hohen Aspektverhältnis ermöglicht es, daß die einzelnen Schaltelemente relativ eng beieinanderliegen können. Das führt zu einer hohen Anzahl und hohen Packungsdichte der Einzelelemente, bei sehr guter gegenseitiger Entkopplung. Die Strukturierung mit dem gewünschten sehr hohen Aspektverhältnis wird durch das angegebene LIGA-Verfahren, das lithographische, galvanische und abformtechnische Fertigungsschritte beinhaltet, ermöglicht.

Die einfachste Möglichkeit zur Herstellung solcher Substrate besteht aus der Verwendung von plattenförmigem Röntgenresist, z.B. PMMA (Plexiglas), das durch Röntgentiefenlithographie bürstenförmig strukturiert wird. Die Herstellung von Mikrostrukturkörpern nach dem LIGA-Verfahren ist u.a. in dem KfK-Bericht 3995 des Kernforschungszentrums Karlsruhe (November 1985) beschrieben und dargestellt. Danach wird z.B. ein röntgenstrahlempfindlicher Positiv-Resist auf eine metallische Grundplatte aufgebracht und partiell über eine Maske mit Röntgenstrahlen so bestrahlt und entwickelt, daß Negativformen von plattenförmigen Mikrostrukturkörpern entstehen. Die Höhe der Negativform entspricht der Schichtdicke des Resist; sie kann, je nach Eindringtiefe der Röntgenstrahlung bis 2 mm betragen. Anschließend wird die Negativform galvanisch mit einem Metall unter Verwendung der Grundplatte als Elektrode aufgefüllt, worauf das restliche Resistmaterial mit einem Lösungsmittel entfernt wird. Bei der Abformtechnik wird eine durch Röntgentiefenlithographie und Mikrogalvanoformung hergestellte Metallstruktur zur vielfachen Herstellung von Kunststoff-Formen verwendet, die wiederum z.B. durch galvanische Abscheidung von Metall aufgefüllt werden können, worauf der Kunststoff wieder entfernt wird.

Mit dieser Technik lassen sich extrem genaue und feine Strukturen herstellen mit lateralen Abmessungen im Mikrometerbereich bei einer frei wählbaren Höhe bis zu ca. 2 mm. Bei etwas

- 4 -

geringeren Höhen lassen sich auch minimale laterale Abmessungen im Submikrometerbereich realisieren.

Dieses Verfahren eignet sich vorzugsweise zur Herstellung von strukturierten Substraten für die Abscheidung von optisch aktiven Schichten, die keine Epitaxie verlangen.

Für optisch aktive Schichten, die durch ein epitaktisches Wachstum erzeugt werden müssen, wird die Verwendung von Kristallen, z.B. Si, vorgeschlagen, die durch anisotropes Ätzen eine säulenförmige Struktur bekommen haben.

Die Erfindung ist im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mittels der Figuren 1 bis 6 beschrieben. Dabei zeigt:

Figur 1 das Funktionsprinzip eines optischen nichtlinearen Schaltelementes im Schaltzustand mit niedriger Transmission,

Figur 2 das Funktionsprinzip eines optischen nichtlinearen Schaltelementes im Schaltzustand mit hoher Transmission,

Figur 3 schematisch die gegenseitige Beeinflussung zweier benachbarter optischer Schaltelemente,

Figur 4 schematisch eine denkbare Verbesserung durch eine Strukturierung der optisch aktiven Schicht,

Figur 5 eine Strukturierung des Substrates zu Säulen mit niedrigem Aspektverhältnis und

Figur 6 eine Strukturierung des Substrates zu Säulen mit hohem Aspektverhältnis.

- 5 -

Figur 1 zeigt eine vereinfachte Darstellung der Funktionsweise eines optischen nichtlinearen Schaltelementes auf einem transparenten Substrat unter Vernachlässigung der geringen Absorptionsverluste. Die Länge der gemalten Pfeile soll die Intensität der Strahlen symbolisieren. Das Schaltelement 3 besteht in diesem Falle aus einem transparenten Substrat 7, auf dessen Oberfläche 1 die optisch aktive Schicht 4 aufgebracht ist. Die Intensität eines Haltestrahls 8 liegt unterhalb eines bestimmten Schwellwertes, bei dem der sprunghafte Übergang vom Schaltzustand niedriger Transmission in den Schaltzustand hoher Transmission stattfinden würde. Dies ergibt einen reflektierten Strahl 9 der Intensität des Haltestrahls 8 vermindert um einen Verlustanteil, der als transmittierter Strahl 10 das Substrat 7 verläßt.

Nach Figur 2 wird mit einer relativ geringen Intensität eines Signalstrahls 11 der Schwellwert überschritten und der Übergang in den Schaltzugang hoher Transmission bewirkt. Der reflektierte Strahl 9 verschwindet bis auf einen bedeutungslosen Rest und die Intensitäten des Haltestrahls 8 und des Signalstrahls 9 ergeben die Intensität des transmittierten Strahls 10.

In Figur 3 sind im Querschnitt zwei Schaltelemente 3 einer Schaltermatrix dargestellt, die durch die räumliche Ausdehnung einer ersten Wechselwirkungszone 14 mit einem ersten Strahlenbündel 12 und einer zweiten Wechselwirkungszone 15 mit einem zweiten Strahlenbündel 13 begrenzt sind. Der kleinstmögliche Abstand zwischen den beiden Schaltelementen 3 wird von deren störender Wechselwirkung 16 durch thermischen Kontakt und Diffusion von Ladungsträgern durch die optisch aktive Schicht 4 und durch das Substrat 7 begrenzt. Deshalb wird darüber nachgedacht, wie die einzelnen Schaltelemente bei relativ kleinem lateralen Abstand durch Einbringen von Gräben zwischen ihnen, räumlich getrennt werden können. Solche Gräben sind für diesen Anwendungszweck bis jetzt nicht fabriziert worden. Man

- 6 -

denkt an den Einsatz einer Diamantsäge oder eines Laserstrahls als Fräswerkzeug. Sollten solche Gräben jemals verwirklicht werden, so werden sie auf jeden Fall ein Aspektverhältnis kleiner etwa 5 besitzen, d.h. die Tiefe eines Grabens wird höchstens um den Faktor 5 größer sein als seine Breite. Für eine effektive Entkopplung sind tiefe Gräben mit einem wesentlich höheren Aspektverhältnis anzustreben. Aus demselben Grunde ist auch der Einsatz der aus der Herstellung mikroelektronischer Schaltkreise bekannten Trockenätzprozesse für eine solche Strukturierung nicht sinnvoll, sofern die hier vorliegenden Materialien und Substrate dieses überhaupt zulassen sollten.

Figur 4 zeigt eine denkbare Verbesserung durch eine Strukturierung der optisch aktiven Schicht 4, mit der zumindest die störende Wechselwirkung 16 durch die optisch aktive Schicht 4 unterbunden wird.

Figur 5 zeigt im Schnitt die erfindungsgemäße Strukturierung der Substratoberfläche 1 mit der durch die Säulen 2 die störende Wechselwirkung 16 durch das Substrat 7 reduziert wird.

Eine weitgehende Entkopplung der beiden Schaltelemente 3 wird durch eine Strukturierung der Substratoberfläche 1 mit einem hohen Aspektverhältnis nach Figur 6 erreicht. Nach dem LIGA-Verfahren können transparente und nichttransparente Substrate mit Aspektverhältnissen von 100 bei genügender Stabilität hergestellt werden. Die typischen Abmessungen sind: $a = 5 \mu\text{m}$, $b = 500 \mu\text{m}$ und $c = 10 \mu\text{m}$ bis $30 \mu\text{m}$. Die einfachste Möglichkeit zur Herstellung solcher Substrate besteht aus der Verwendung eines Röntgenresists, z.B. PMMA (Plexiglas) als Substratmaterial durch Röntgentiefenlithographie. Durch Abscheidung optisch aktiver Schichten 4 auf den Stirnflächen 5 der Säulen 2 werden dort einzelne Schaltelemente 3 erzeugt, die getrennt voneinander parallel mit Lichtstrahlen angesprochen werden können. Eine teilweise seitliche Bedämpfung der Säulen und des Boden-

- 7 -

raumes zwischen ihnen, stört die Funktion dieser Elemente nicht. Im Bedarfsfall gibt es einige Möglichkeiten, die Beschichtung zwischen den Säulen zu unterbrechen.

Für eine preiswerte Massenproduktion von solchen Substraten erlaubt das LIGA-Verfahren die Abformung mit Kunststoffen. Damit sind auch andere transparente Substrat-Materialien verwendbar. Falls es gelingen sollte, innerhalb von LIGA-Strukturen Sinterprozesse durchzuführen, kämen auch Gläser und Keramiken in Frage.

Die Verwendung von transparenten Substraten für die optischen Schaltelemente ist nur dann notwendig, wenn das transmittierte Licht als Informationsträger dient. Für eine Reihe von diskutierten Anwendungen genügt das reflektierte Licht als Informationsträger. In diesem Fall kann das Substrat nicht transparent sein und es ist möglich, die gesamte Rückseite des Substrates zur Thermostatisierung zu verwenden. Sehr gut eignen sich nach dem LIGA-Verfahren hergestellte bürstenförmige Metallstrukturen, z.B. aus Ni oder Cu, auf die, falls notwendig, eine Schicht zur elektrischen Isolation der optischen Schaltelemente und zur Absorption der durch die Schaltelemente transmittierten Strahlung aufgebracht werden kann.

- 8 -

Bezugszeichenliste:

- 1 Substratoberfläche
- 2 Säulen
- 3 Schaltelement
- 4 optisch aktive Schicht
- 5 Stirnfläche der Säule
- 6 der Säule 2 abgewandte Seite des Substrats 7
- 7 Substrat
- 8 Haltestrahl
- 9 reflektierter Strahl
- 10 transmittierter Strahl
- 11 Signalstrahl
- 12 erstes Strahlenbündel
- 13 zweites Strahlenbündel
- 14 erste Wechselwirkungszone
- 15 zweite Wechselwirkungszone
- 16 störende Wechselwirkung

- 9 -

Patentansprüche:

1. Schaltermatrix mit optisch nichtlinearen, z.B. bistabilen Elementen, die als optisch aktive Schichten auf einer gemeinsamen Substratoberfläche liegen, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratoberfläche (1) als aus Säulen (2) bestehende Mikrostruktur ausgebildet ist und daß die optisch aktiven Schichten (4) auf Stirnflächen (5) von freien Säulenenden, in einem Querschnittsbereich von Säulen (2) und/oder auf den Säulen (2) abgewandten Seiten (6) des Substrats (7) aufgebracht sind.
2. Schaltermatrix nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (7) transparent oder nichttransparent ausgebildet ist.
3. Verfahren zur Herstellung der Schaltermatrix nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die säulenartige Mikrostruktur des Substrates (7) nach einem Verfahren der Röntgenlithographie und/oder Mikrogalvanoformung und/oder Kunststoff-Mikroabformtechnik (LIGA-Verfahren) hergestellt wird.
4. Verfahren zur Herstellung der Schaltermatrix nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die säulenartige Mikrostruktur des Substrates (7) durch anisotropes Ätzen eines Kristalls z.B. Si hergestellt wird.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 16.Dezember 1988 (16.12.88) eingegangen
ursprünglicher Anspruch 1 geändert; alle weiteren Ansprüche unverändert (1 Seite)]

1. Schaltermatrix mit optisch nichtlinearen Elementen, die als optisch aktive Schichten auf einer gemeinsamen Substratoberfläche liegen, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratoberfläche (1) als aus Säulen (2) bestehende Mikrostruktur ausgebildet ist und daß die optisch aktiven Schichten (4) auf Stirnflächen (5) von freien Säulenenden, in einem Querschnittsbereich von Säulen (2) und/oder auf den Säulen (2) abgewandten Seiten (6) des Substrats (7) aufgebracht sind, wodurch die Säulen (2) laterale Abstände im Mikrometerbereich und in der Höhe bis zu 2 mm haben.
2. Schaltermatrix nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (7) transparent oder nichttransparent ausgebildet ist.
3. Verfahren zur Herstellung der Schaltermatrix nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die säulenartige Mikrostruktur des Substrates (7) nach einem Verfahren der Röntgenlithographie und/oder Mikrogalvanoformung und/oder Kunststoff-Mikroabformtechnik (LIGA-Verfahren) hergestellt wird.
4. Verfahren zur Herstellung der Schaltermatrix nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die säulenartige Mikrostruktur des Substrates (7) durch anisotropes Ätzen eines Kristalls z.B. Si hergestellt wird.

IN ARTIKEL 19 GENANNTEN ERKLÄRUNG

Aufgrund des internationalen Rechercheberichts, dessen Ergebnis auf dem Formblatt PCT/ISA/210 unter III mit der Kategorisierung A bekannt gemacht wurde, wird zur schärferen Abgrenzung dagegen ein geänderter Anspruch 1 formuliert. Dieser geänderte Anspruch 1 ergibt sich aus dem Anspruch 1 durch die ergänzende Angabe am Schluß des Kennzeichens "wordurch die Säulen (2) laterale Abstände im Mikrometerbereich und in der Höhe bis zu 2 mm haben."

Ansprüche 2., 3. und 4. blieben unverändert.

Fig. 1

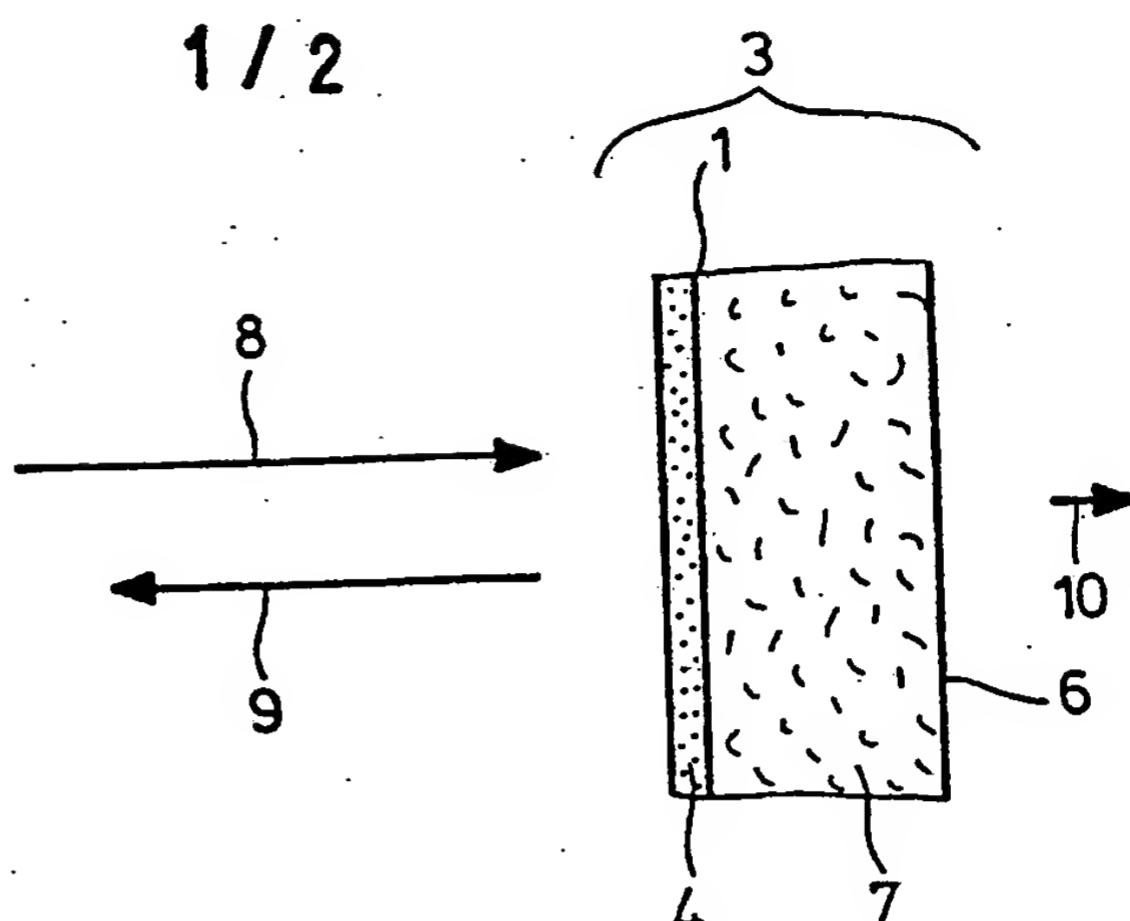


Fig. 2

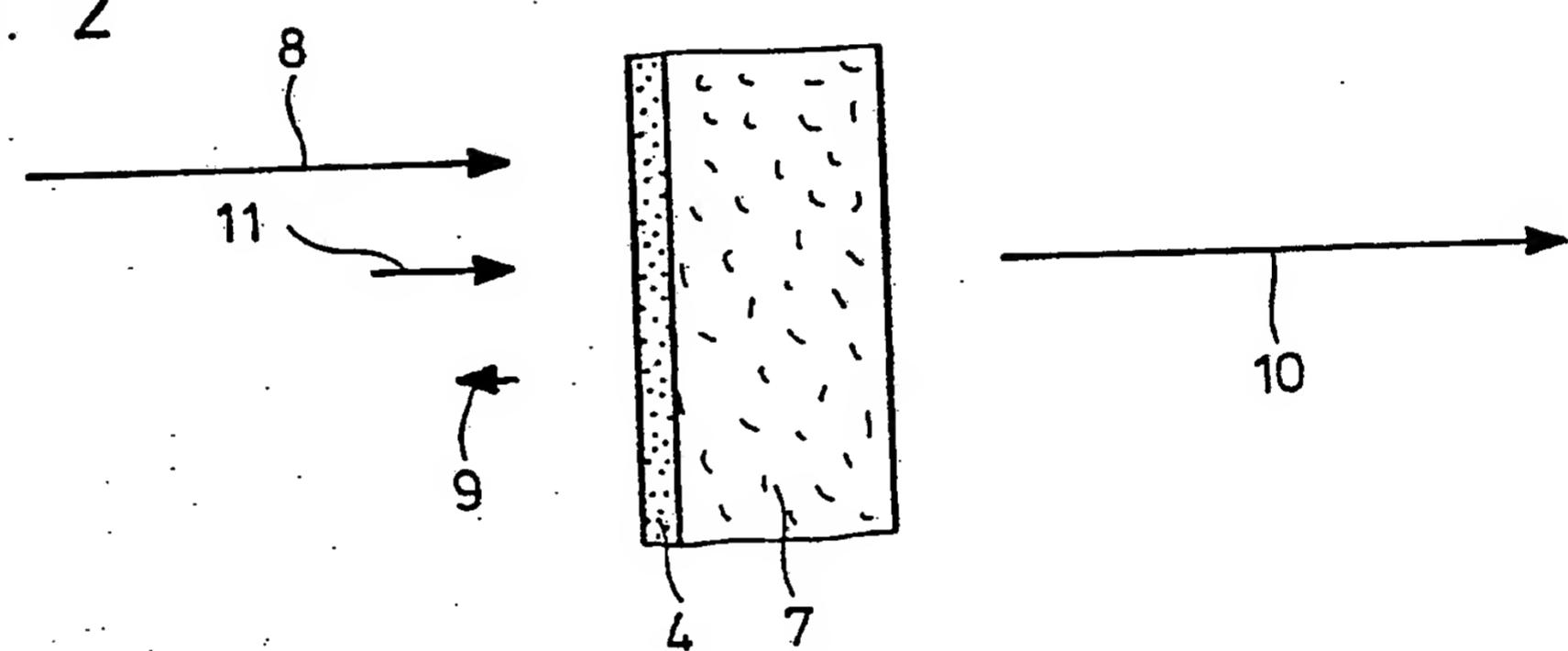
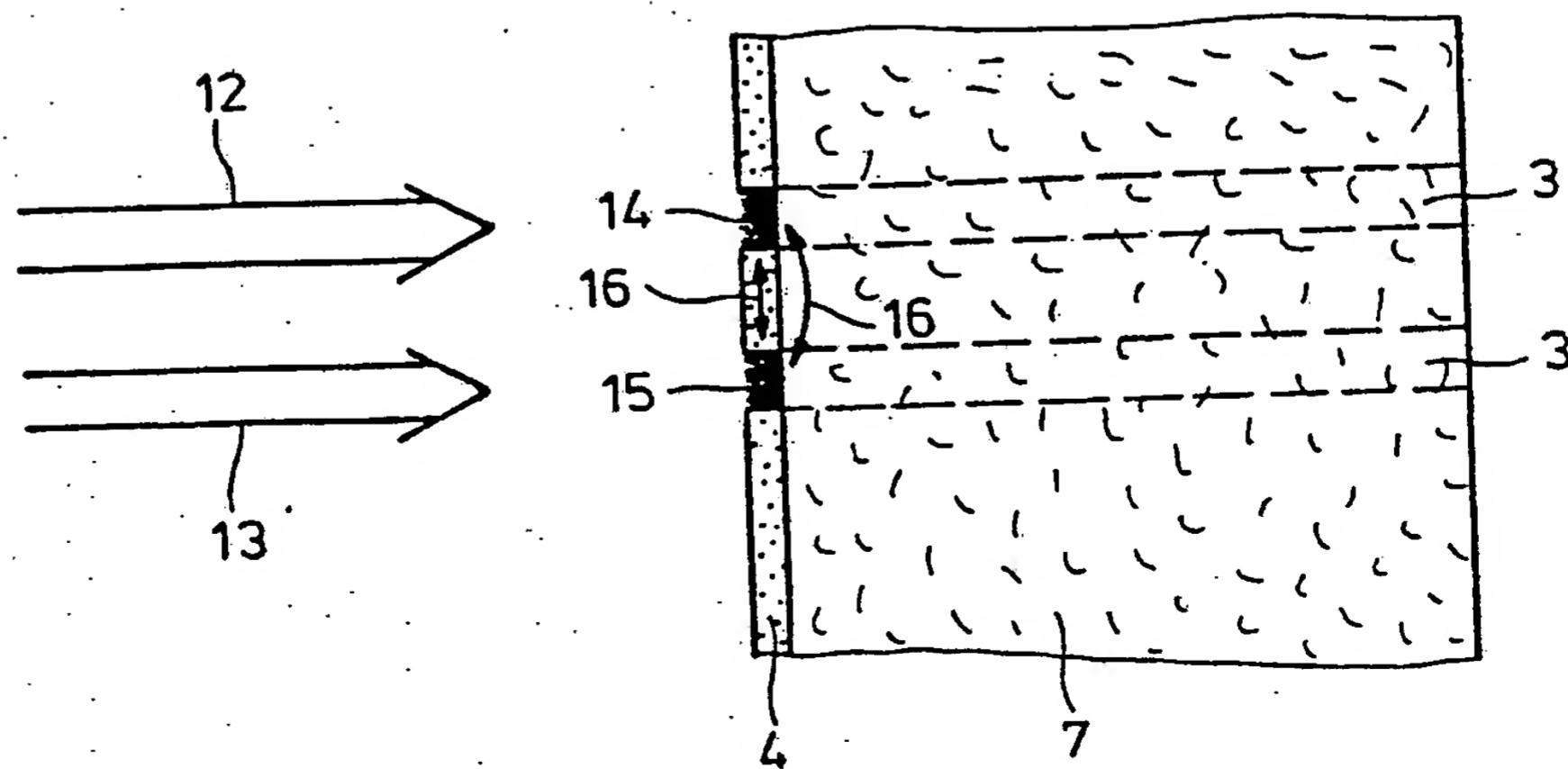


Fig. 3



2 / 2

Fig. 4

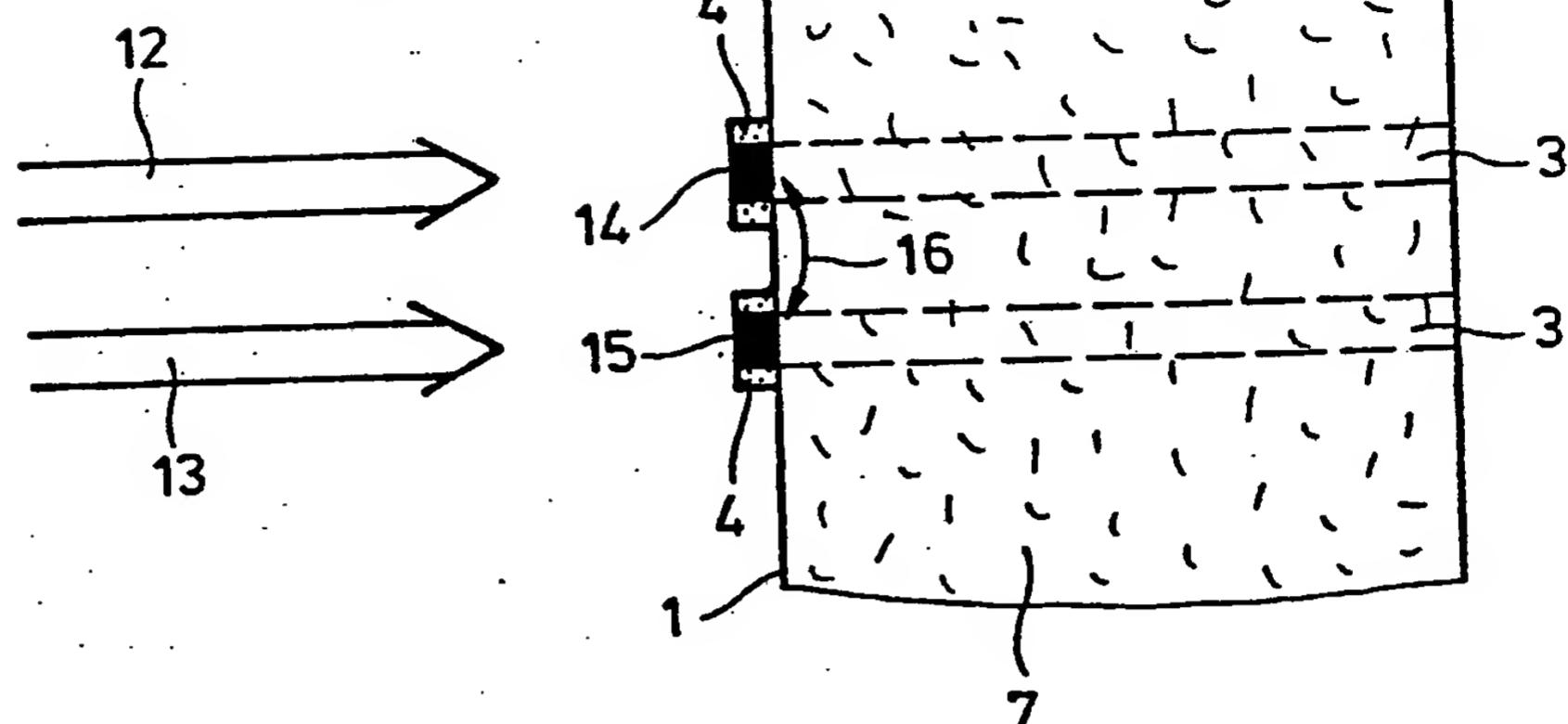


Fig. 5

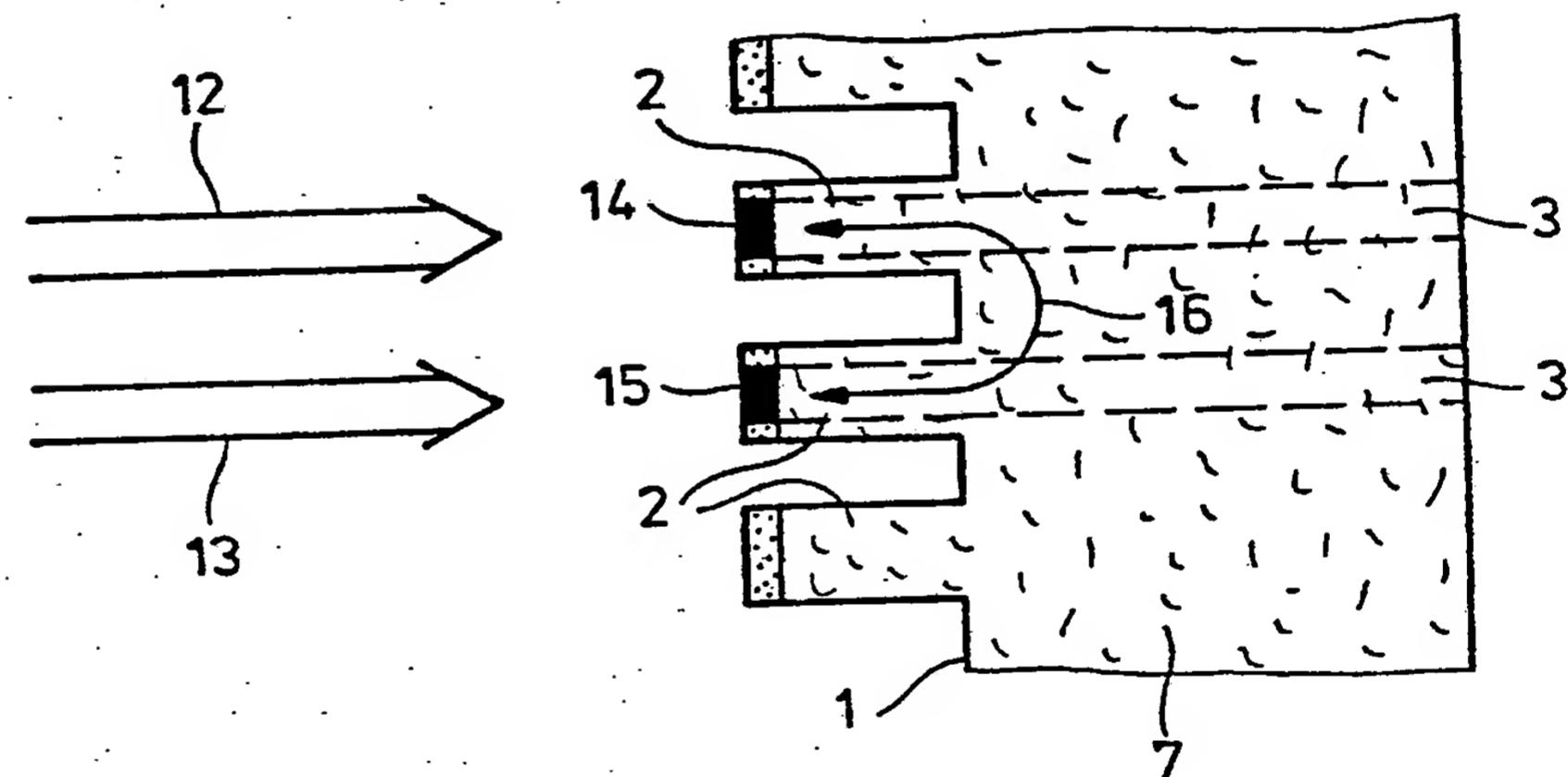
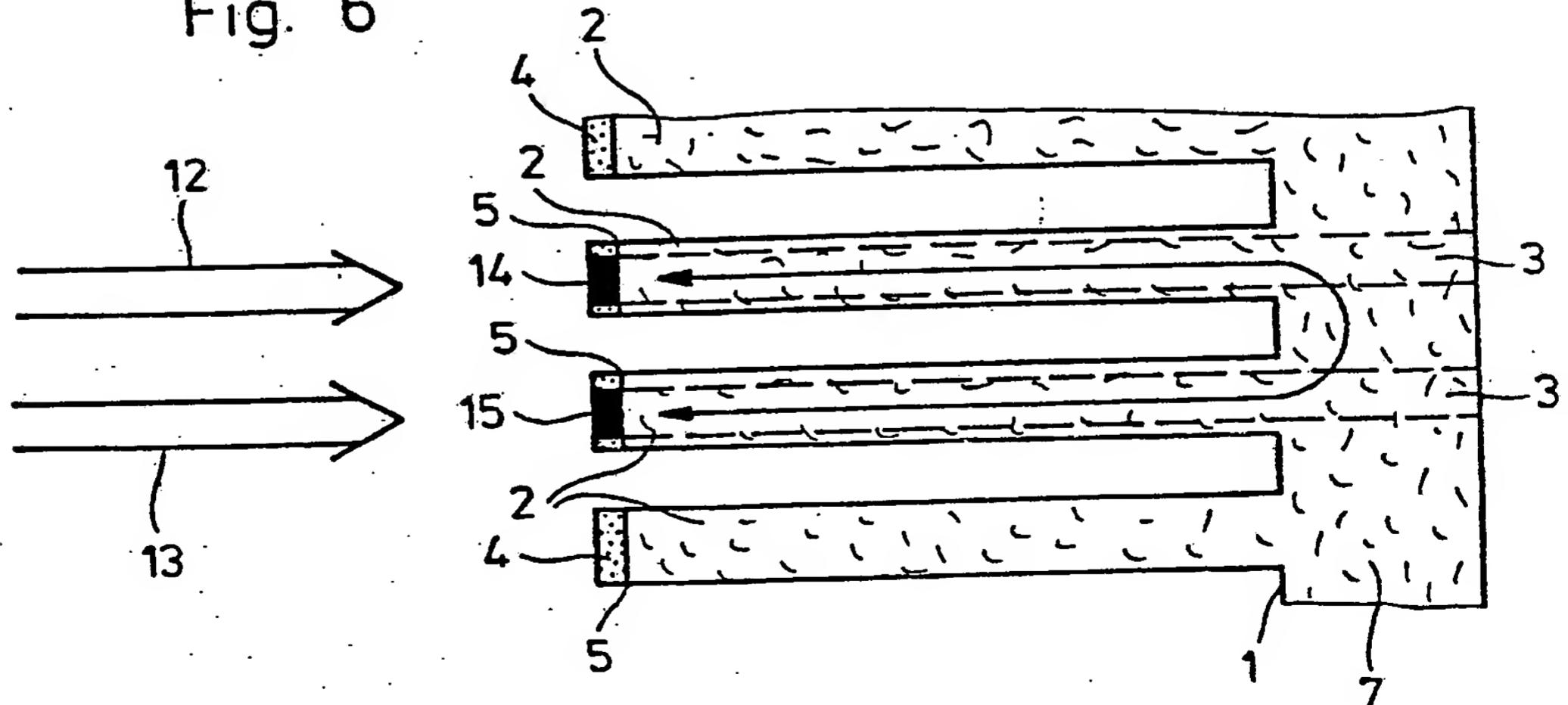


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 88/00417

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all)⁶

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

IntCl⁴ G 02 F 3/00

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched⁷

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl ⁴	G 02 F 3/00

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched⁸

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT⁹

Category ¹⁰	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	<p>Applied Physics Letters, volume 48, No. 2, January 1986 (New York, US)</p> <p>T. Venkatesan et al.: "Fabrication of arrays of GaAs optical bistable devices" pages 145-147, see the whole document</p>	1,2

* Special categories of cited documents:¹⁰

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

12 October 1988 (12.10.88)

International Searching Authority

EUROPEAN PATENT OFFICE

Date of Mailing of this International Search Report

10 November 1988 (10.11.88)

Signature of Authorized Officer

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 88/00417

I. KLASSEFAKTION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)⁶

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int. Cl.⁴ G 02 F 3/00

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff⁷

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
Int. Cl. ⁴	G 02 F 3/00

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese
unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹

Art ¹⁰	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	Applied Physics Letters, Band 48, Nr. 2, Januar 1986 (New York, US) T. Venkatesan et al.: "Fabrication of arrays of GaAs optical bistable devices" Seiten 145-147, siehe das ganze Dokument	1,2

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Oktober 1988

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10 NOV 1988

Internationale Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt

Unterschrift des bevoilglichtigten Bediensteten

P.G. VAN DER PUTTEN

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: _____

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image
problems checked, please do not report these problems to
the IFW Image Problem Mailbox.**